平成元年広審第７２号
貨物船宇佐丸機関損傷事件

言渡年月日　平成２年７月２６日
審　判　庁　広島地方海難審判庁（養田重興、鈴木健、原清澄、永井欣一、片島三朗）
理　事　官　志渡澤博雄、清水正雄

損　　害
主機シリンダの連接棒下部軸受メタルのオーバーレイか溶出

原　　因
主機管理不十分・潤滑油系の措置不適切

主　　文
　本件機関損傷は、主機の管理が不十分で、主機連接棒下部軸受メタルが経年疲労したまま使用されたこと、水分混入の潤滑油が使用されてメタルの材質劣化を早めたこと及びプロペラの新替えで使用回転が上がり、メタルの油膜が保持されなくなったこととに因って発生したものである。
　受審人Ａを戒告する。

理　　由
（事実）
船 種 船 名　貨物船宇佐丸
総 ト ン 数　１４３、３０４トン
機関の種類　過給機付４サイクル１２シリンダ・ディーゼル機関１個
出　　力　１３，２３９キロワット

受 審 人　Ａ
職　　名　機関長
海 技 免 状　一級海技士（機関）免状

事件発生の年月日時刻及び場所
昭和６３年１１月１３日午前９時４０分ごろ
南西諸島宮古島南東方沖合

１、宇佐丸の主機
　宇佐丸（以下「本船」という。）は、昭和４７年７月に進水し、Ｂ社の全船員を移籍して設立したＣ社がＢ社から裸用船し、同社の船員を配乗してＢ社が定期用船する鉱石運搬船で、主機としてＤ社製造の１２ＰＣ４－２Ｖ型と称する、計画回転数毎分４００、減速比６．５５７４の減速機付ディーゼル機

関を備えていた。

同主機は、昭和５９年９月に定格出力２９，４２０キロワット定格回転数毎分８９の蒸気タービンから換装されたＶ型１２シリンダのディーゼル機関で、そのシリンダの配列が、いずれも船尾から船首に向かって順に、左舷列が１番シリンダから６番シリンダ、右舷列が７番シリングから１２番シリンダとなっており、それらのシリンダのＶ型底部を通るクランク軸が１番主軸受から７番主軸受までの７個の主軸受で支えられ、それぞれ隣り合う主軸受間のクランクピンに、相対するＶ型シリンダの連接棒下部軸受が２組取り付けられ、４番及び５番主軸受の間に４番及び１０番シリンダの連接棒下部軸受が取り付けられていた。

２、連接棒下部軸受の整備状況

連接棒下部軸受は、軸受の鋼製裏金にケルメット合金をライニングし、その上に薄く鉛ベースのホワイトメタルをオーバーレイした完成メタルが使用され、一定の耐用期間が過ぎれば新品のメタルと交換するので、開放した際、メタルの状態の点検注意が大切であり、本船では、停泊の機会を利用して主機の開放整備を行い、主機の総運転時間が１２，０００時間に達した昭和６１年５月に全シリンダのピストン抜き及び連接棒下部軸受の１巡目の開放点検が終り、２巡目のピストン抜きを始めた頃から、状態のよくないメタルが新替えされるようになった。

ところで、同軸受メタルは、その使用時間が、２４，０００時間に達したときを交換の目安とするようＤ社から取扱説明書などで注意書きされていたが、オーバーレイのはく離が３分の１以内なら使用可能と書かれていたこともあって、かなり長期間にわたって使用されるメタルもあった。本船の場合は、２、４及び８番シリンダの連接棒下部軸受メタルが主機換装後の定期検査時に約３０，８００時間に達しており、そのまま継続使用すれば、同メタルのオーバーレイの疲労が進み、やがてはく離するおそれがあった。

３、主機潤滑油

主機の潤滑油は、コスモマリン４０４０が使用され、それは、加熱装置付きの油溜タンクからゴーズワイヤ式の１次こし器を通った後、潤滑油ポンプで約７．４キログラム毎平方センチメートルに昇圧され、潤滑油冷却器及び温度調整弁を通り、自動逆洗式の２次こし器を経て、３０ミクロンのノッチワイヤ式３次こし器を通って主機に入り、主軸受、連接棒下部軸受を潤滑し、ピストンを冷却して油溜タンクに戻るようになっており、また、これらの潤滑油を油溜タンクから清浄機で浄化して同タンクに戻す側流清浄の系統もあった。

同油溜タンクには、約２５キロリットルの潤滑油が入っており、同油が航泊を問わず約摂氏８５度に加熱されながら連続清浄され、同タンク内が常に高い温度に保たれていたが、入渠などで長期間停船する場合、潤滑油の清浄機を停止するので、同油溜タンクの冷却に伴い、主機の開放部などから同タンク内に空気が入り、含まれた水分が結露してタンク壁などに付着し、水滴となって油中に混入するおそれがあった。

４、主機の軸系

操り振動に影響のある主機の軸系は、主機クランク軸、スピロフレックス継手、減速機、推力軸、中

間軸、プロペラ軸及びプロペラから構成され、さらに主機の船首部に振り振動ダンパーが取り付けられ、また、減速機のピニオン歯車などからクラッチを介して接続される海水ポンプ及び清水ポンプの軸系が付いていた。

主機の換装後、プロペラは、中間軸及びプロペラ軸と共にそのまま使用され、主機の出力に対し重い重量のプロペラであったことから、使用する最大回転数が毎分５９回転以下に抑えられ、同回転で使用するとトルクリッチ気味となり主軸受や連接棒下部軸受の各メタルが耐用期間より早く摩耗する傾向にあったが、軸系に生ずる振り振動が小さく、軸系に及ぼす影響はほとんどなかった。

その一方、本船は、ディーゼル機関に換装されてから、主機を起振源とする激しい船体振動が生じ、小口径のパイプや手摺りなどがしばしば切断したので、換装後の半年から１年ぐらいの間に振動対策工事が行われ、主機と船体との間に補強材を入れてその振動を抑えたが、もう１つの起振源であるプロペラが換装されておらず、これを取り替えれば、軸系の振動に変化を与えるおそれがあった。

５、定期検査工事

主機換装後の定期検査工事は、昭和６３年１０月２２日から同年１１月１０日までの間Ｄ社相生工場で行われ、プロペラ工事として重量約５７トンのプロペラから約４５トンのプロペラへの換装工事のほか、継続検査として主機の１、５、６、７、９及び１１番シリンダのピストン抜き、連接棒下部軸受メタルの開放点検と耐用期間を大幅に超え３０，０００時間に達していた１、５、７及び２番シリンダの同メタルの新替え、１番シリンダを除くシリンダライナ５本の新替え等の工事が行われたが、他の耐用期間を超え経年疲労した２、４及び８番シリンダの各連接棒下部軸受メタルの開放点検が施工されず、新替えされなかった。

受審人Ａは、先の船体振動対策工事以来再び本船に乗り組み、定期検査工事を担当することになり、主機の工事を終えた後、潤滑油系統中に異物が入らないよう十分に掃除を行わせたが、同工事において長期間使用した主機連接棒下部軸受メタルの開放点検がされず、同メタルが新替えされないまま使用され、また、入渠及び試運転後の清浄機停止により高温にあった油溜タンクが冷却し、主機の開放などで侵入した空気が冷却されて水滴を生じ、その水分が潤滑油に混入するおそれがあったにもかかわらず、同油の水分検査をして油中の水分の除去をはからず、これらのことで同軸受メタルが摩耗し、材質劣化が早められるのに気付かなかった。

６、事故発生の経緯

こうして本船は、昭和６３年１１月４日主機の工事を終えて試運転を行い、その後同月９日まで主機を冷機の状態にしていたところ、翌１０日すべての工事が終り、同日午後１時１５分ごろシンガポール港に向けて兵庫県相生港のＤ社相生工場を発し、Ｄ社作成の主機摺合せ運転予定表に従い、Ａ重油を使用しながら同日午後５時から明石海峡通過まで５０パーセントの出力で航行し、その後Ｃ重油に切り替え、翌々１２日午前１０時にプロペラの回転をこれまでの最大回転数であった毎分５９回転にした。

ところで本船は、プロペラ換装後、プロペラの最大回転数が毎分５９回転から毎分６１回転に上げられることになり、８５パーセント以上の負荷を主機にかけないように、使用するプロペラの最大回転数を毎分５９．７８とする旨の指示を本社から受け、翌１３日午前９時から段階的にプロペラの回転をその５９．７８回転まであげることになったが、Ａ受審人らがこれまで同回転まで上げたことがなかった

ので、主機各部の状況を細心の注意を払いながら点検し、異常のないのを確認して少しずつ回転を上げ、同時２５分ごろ毎分５９．７８回転となった。

同９時３７分ごろA受審人は、機関室内を見回り中、主機４番シリンダのクランクケースドアに取り付けた棒温度計の指度がいつもより摂氏３度ばかり高いので、不審に思い、反対側のクランクケースドアの温度計を見ようと歩いていたところ、突然過給機のサージング音とともに主機の回転が下がったので、急いで機関制御室に戻って点検すると、主機のオイルミスト濃度高の警報により、主機の安全保護装置が作動し、プロペラ回転が毎分２０回転に下がったのを認めた。

さらに主機は、５番主軸受の温度が摂氏８７度から同９１度に達し、４番シリンダのオイルミストディテクターの指度が最大目盛１０を指すに及び、A受審人がこの異常を認めて主機を停止しようと船橋に連絡中、４番シリンダの連接棒下部軸受メタルが油膜を保持しなくなってはく離焼損し、同９時４０分ごろ宮古島南東約７０海里沖合いの北緯２４度１８分東経１２６度１２分ばかりの地点において、安全保護装置の作動により危急停止するに至った。

当時、天候は晴で風力２の北北西風が吹き、海上は穏やかであった。

７、事故発生後の処置

A受審人は、主機の５番主軸受の温度が高かったことから、まず、同主軸受を開放することとし、軸受温度が低下してからクランクケースドアを開放したところ、クランクケースの底部に溶出したメタル片を認め、同主軸受と共に４番及び１０番シリンダの連接棒下部軸受を開放し、同連接棒下部軸受のメタルがはく離溶出して地肌が現われ、そのクランクピンがメタルの溶着によりあばた状の傷を生じて光沢がなくなり、４番シリンダのクランクピンに深さ０．３ミリメートルばかりの傷がついているのが分かった。

その後、本船は、漂泊しながら機関部乗組員により徹夜で主機の修理作業が行われたが、連接棒下部軸受メタルの予備品がなく、止むなく中古のメタルと取り替え、クランクピンの損傷部を油砥石で研磨したうえ復旧し、翌１１月１４日午前８時２５分ごろから３０分間ばかり試運転を行ったところ、４番シリンダの連接棒下部軸受の発熱が著しく、運転の続行ができず、本社と相談の結果、D社により、沖縄本島で修理されることとなった。

こうして本船は、修理地に向かうことになり、主機の４番及び１０番シリンダを減筒運転して１１月１６日午後２時ごろ沖縄県金武湾に引き返して投錨し、手配したD社などのディーゼル部門の合弁会社であるE社の技師や作業員の手により、４番及び１０番シリンダのクランクピン研磨、シリンダライナ及び連接棒下部軸受の新替えのほか、２、３、６及び８番シリンダの各連接棒下部軸受メタルの開放点検及び新替えなど損傷各部をすべて修理し、試運転を行って異常のないのを確認したのち、同月２４日午後２時ごろ金武湾を発してシンガポール港に向かった。

（原因についての考察）

４番シリンダの連接棒下部軸受メダルにき裂が発生し、これが進行してメタルがはく離溶出し、クランクピンを損傷させるまでの経緯については、次のような検討をした結果、認定したものである。

１、捩り振動について

本船は、主機をタービンからディーゼルに換装した際、出力の大きいタービン機関使用時の重量約５７トンの重いプロペラをそのまま使用し、主機換装から４年後の定期検査工事において重量約４５トンのプロペラに取り替え、その出渠後６８時間ばかりで連接棒下部軸受に損傷が発生し、クランクピンに深さ０．３ミリばかりのヘアークラックが生じていたことから、プロペラ換装前後の操り振動の影響が懸念されるので、これについて検討した。

その結果、プロペラ換装前後の捩り振動計算書写から求められた規準弾性曲線、捩り振動の応力線図及びホルツァー表を比較し、軸系に影響を与える操り振動にほとんど差がなく、捩り応力、振動の振幅なども日本海事協会の規則に定められた許容値よりはるかに小さく、クランクピンに生じたヘアークラックの状況など磁気探傷検査で異常なく、振り振動の影響はなかったものと認められる。

２、連接棒下部軸受メタルの経年疲労

連接棒下部軸受メタルは、メーカーのＤ社では、２４，０００時間で交換するように注意書きしている反面、開放点検などでメタルのオーバーレイのはく離が３分の１以下なら使用可能と書かれていることもあって、耐用期間を超えて使用されるメタルも多かったが、３０，０００時間を超えた２、４及び８番シリンダの同メタルが事故直別の定期検査工事で開放点検されず、メタルの状態が分からないまま継続使用され、経年疲労の著しかった４番シリンダの同メタルがはく離溶出するに至ったと考えられ、事故後焼き付き事故に至らなかった２、６及び８番シリンダを開放したところ、これらのメタルのオーバーレイが経年疲労してはく離寸前だったことが判明し、長期間使用による材質劣化が認められる。

なお、１０番シリンダの連接棒下部軸受の焼損は、４番シリンダの連接棒下部軸受のはく離溶出したメタルが、１０番シリンダの軸受に入って生じたものと機関長報告書及び工事落成書兼サービスレポート各写に書かれており、妥当な見解であると認められる。

３、潤滑油系統にごみなどの異物混入

ごみなどの異物の混入は、主機開放工事を行っており、また、３次フィルタエレメントの破損があったと機関長報告書写に記載されていることなどから、十分考えられるが、４番及び１０番シリンダの連接棒軸受以外で焼損しておらず、警報を発する程高温になった５番主軸受においても正常な摩耗で焼損していない旨工事落成書兼サービスレポート写中に書かれており、A受審人もごみなどの異物が混入していれば低速で回していたもっと早い時期に多くの軸受メタルが焼損したと思う旨の供述をしており、これが妥当と思料されるので、異物の混入があったとは認められない。

４、潤滑油に水分の混入

水分の混入は、事故後に潤滑油を採取して分析した結果、潤滑油メーカーである石油会社が定める許容値０．２パーセントのところ、その２倍の０．４パーセントの水分が認められ、出渠直後の潤滑油が十分加熱され使用されていなかった時点では、もっと高い数値を示したものと推定される。その水分の混入の径路としては、事故後の点検でシリンダジャケットなどからの水漏れはなかった旨A受審人が供述しており、入渠時の主機の冷機や入渠中主機工事の完了で行われる試運転とその後の冷機に伴なう油溜タンクの冷却により、同タンク内に入った空気が冷却して造路し、その水滴がタンク壁などに付着して潤滑油に混入したと認めるのが妥当であるしかし、この水分の混入は、通常の２倍以上と多かったと

はいえ直ちにメタル焼損の原因に結び付くものではないことは、出渠後６８時間も運転できたことから考えられるが、これがメタルの材質劣化を促進したり、油膜の保持を困難にしたりするなどの要因となったと認めることができる。

５、主機使用回転の上昇

主機は、従来の運転とほぼ同様に使用されたが、プロペラの重量が軽くなったので、プロペラの使用回転をこれまでの毎分５９回転から毎分５９．７８回転に上げるため、主機の回転数が上げられた直後に焼損したことから、主機の負荷の増大に伴い耐用期間を超えた４番シリンダの連接棒下部軸受メタルが、水分の混入と相俟って油膜が保持できなくなり、一気に焼損に至ったと認められる。これは同軸受の損傷写真による損傷模様及び機関長報告書写中の記載からも総合的に判断しうる。

（原因）

本件機関損傷は、主機の管理が不十分で、４番シリンダの連接棒下部軸受メタルが点検新替えされることなく、耐用期間を大幅に超えて経年疲労したまま使用されたこと、長期停船で清浄機停止後の油溜タンクの冷却に伴い生じた結露による水分を除去せず、その水分が潤滑油に混入してメタルの材質劣化を早めたこと及びプロペラの新替えで主機の使用回転か上げられメタルの油膜が保持されなかったこととにより、主機運転中、同シリンダの連接棒下部軸受メタルのオーバーレイがはく離溶出したことに因って発生したものである。

（受審人の所為）

受審人Ａが、定期検査工事を行う場合、耐用期間を大幅に超えた主機連接棒下部軸受については、その開放点検を行い、かつ、入渠中清浄機停止後の油溜タンクの冷却に伴う結露により、その水分が潤滑油に混入するおそれがあったから、同油の検査を行って油中の水分を除去すべき注意義務があったのに、これを怠り、長期間使用した同軸受メタルを点検せずに継続使用し、かつ、潤滑油の検査を行わず、結露により同油中に混入した水分を除去しなかったことは職務上の過失であり、その所為に対しては、海難審判法第４条第２項の規定により、同法第５条第１項第３号を適用して同人を戒告する。

よって主文のとおり裁決する。